

711066-128



⑩ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 102 19 905 A 1**

⑥ Int. Cl. 7:  
**H 01 L 51/40**  
H 01 L 51/20

⑰ Aktenzeichen: 102 19 905.1  
⑱ Anmeldetag: 3. 6. 2002  
⑲ Offenlegungstag: 4. 12. 2003

DE 102 19 905 A 1

⑦① Anmelder:  
OSRAM Opto Semiconductors GmbH, 93049  
Regensburg, DE  
  
⑦② Vertreter:  
Epping Hermann Fischer,  
Patentanwalts-gesellschaft mbH, 80339 München

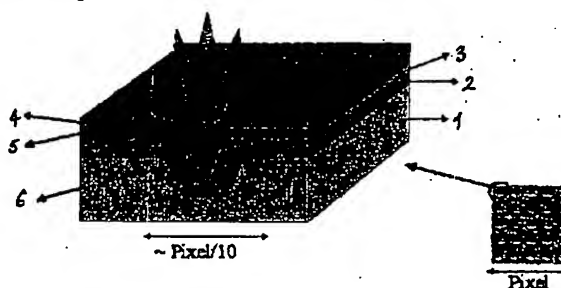
⑦③ Erfinder:  
Diekmann, Karsten, Dr., 94371 Rattenberg, DE;  
Schilpp, Andreas, 74638 Waldenburg, DE; Günther,  
Bernd, 76185 Karlsruhe, DE; Süllau, Walter, 38100  
Braunschweig, DE; Scheel, Wolfgang, Prof. Dr.,  
10178 Berlin, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑥④ Optoelektronisches Bauelement und Verfahren zur Herstellung

⑦⑤ Zur endlosen Fertigung eines optoelektronischen Bauelements wird vorgeschlagen, zumindest einen von zwei beschichteten Trägern beim Zusammenfügen der beschichteten Träger von einer Rolle zuzuführen, wobei der erste Träger mit einer Elektrode und einer oder mehreren organischen elektroluminiszierenden Schichten beschichtet ist, der zweite Träger mit einer zweiten Elektrode beschichtet ist und zumindest einer der Träger flexibel ist. Das optoelektronische Bauelement kann mehrere dreidimensionale Struktureinheiten pro Bildpunkt zur Verbesserung der Lichtausbeute und -effizienz aufweisen.



DE 102 19 905 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein optoelektronisches Bauelement und ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements mit einem ersten Träger, der dreidimensionale Struktureinheiten aufweist und auf dem eine Schichtenfolge angeordnet ist, die aus einer ersten Elektrode, mehreren organischen Schichten und einer zweiten Elektrode besteht.

[0002] Ein solches Bauelement ist beispielsweise aus der 5 5.834.893 US bekannt. Dort ist eine organische LED (OLED) beschrieben und abgebildet, welche auf einem mit einer Ausnehmung versehenen Substrat aufgebaut ist. Eine metallische Kathodenschicht ist auf dem mit einer Ausnehmung versehenen Substrat so aufgebracht, dass die seitlichen Oberflächen der Ausnehmung auch bedeckt sind. Auf dem Boden der Ausnehmung sind zuerst die funktionellen organischen Schichten und dann eine Anodenschicht aus ITO (Indium-Zinnoxid) nacheinander aufgebracht. Die reflektierenden seitlichen Oberflächen sind so gekippt, dass Licht von den organischen Schichten weitgehend senkrecht aus dem OLED geleitet wird.

[0003] Bei der Herstellung großflächiger Displays sind weitere Formen eines solchen Bauelements bekannt. Im Artikel "Organische Leuchtdioden" (in Design & Elektronik, August 1999, Seite 88-90) wird eine OLED beschrieben, deren Anode durch herkömmliche photolithographische Prozesse streifenförmig strukturiert ist und deren aktive organische Schicht und Kathode mittels Photolithographie senkrecht zu den Anoden-Bahnen streifenförmig aufgebracht sind. Die Kreuzungspunkte (Pixel) bilden dabei die aktiven Diodenflächen. Die Kathode ist anschließend abgedeckt und luftdicht versiegelt.

[0004] Bisher wird die oben beschriebene Art von optoelektronischen Bauelementen in der Regel in Sandwichbauweise gefertigt. Ein solches Verfahren ist in dem oben zitierten Artikel "Organische Leuchtdioden" beschrieben. Nach dieser Bauweise wird auf einen transparenten Träger aus Glas oder Kunststoff eine dünne transparente Schicht von ITO aufgesputtert, die meistens als Anode dient. Darauf folgen eine oder mehrere organische Schichten durch Aufdampfen, Spin Coating, Drucken oder eine Kombination dieser Verfahren und danach eine dünne Kathodenschicht, die durch ein CVD-(chemical vapour deposition) oder PVD-Verfahren (physical vapour deposition) erzeugt wird. Am Schluß erfolgt die luftdichte Versiegelung und das Packaging des Bauelements.

[0005] Nachteilig an diesem Verfahren ist die lange Prozeßdauer und die damit verbundenen hohen Herstellungskosten. Aufgrund der Sandwichbauweise muss jede Schicht nacheinander aufgebracht werden, was einen erheblichen Zeitaufwand erfordert. Ferner benötigt das Bauelement im Vergleich zu anderen als Display einsetzbaren Bauelementen nicht nur höhere Spannung, die nachteilig auf die Lebensdauer des Bauelements wirkt, sondern auch höheren Energieverbrauch bei gleicher Helligkeit und verursacht damit höhere Verbrauchskosten.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein optoelektronisches Bauelement der eingangs genannten Art zu entwickeln, das eine verbesserte Energie- und Lichteffizienz ohne nachteilige Wirkungen auf die Lebensdauer des Bauelements aufweist und ein Verfahren zur Herstellung von optoelektronischen Bauelementen (einschließlich der oben genannten Art aber nicht darauf eingeschränkt) anzugeben, bei dem eine schnellere Fertigung des Bauelements erreicht wird.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein optoelektroni-

sches Bauelement mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst.

[0008] Demgemäß weist ein Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements im wesentlichen die folgenden Verfahrensschritte auf:

- a) Bereitstellen eines ersten Trägers,
- b) Aufbringen und Strukturieren einer ersten Elektrode auf den ersten Träger durch Maskenbedampfen, Sputtern, ein Druckverfahren oder eine Kombination dieser,
- c) Aufbringen der organischen Schichten nacheinander auf die erste Elektrode durch Coaten, ein Druckverfahren oder eine Kombination von beiden,
- d) Bereitstellen eines zweiten Trägers,
- e) Aufbringen und Strukturieren einer zweiten Elektrode auf den zweiten Träger durch Sputtern und Ätzen und
- f) Zusammenfügen der zwei beschichteten Träger, so dass zwischen den organischen Schichten auf den ersten Träger und der Elektrode auf den zweiten Träger Kontakt gewährleistet ist, wobei zumindest einer der beschichteten Träger von einer Rolle zugeführt wird.

[0009] Da Verfahrensschritte a) bis c) die Beschichtung des zweiten Trägers nicht betreffen und Verfahrensschritte d) und e) die Beschichtung des ersten Trägers nicht betreffen, können diese Vorgänge zeitsparend parallel stattfinden, d. h. die zwei Träger können parallel vorbereitet werden, bevor sie zusammengefügt werden.

[0010] Ein zusätzlicher Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass beim Aufbringen der zweiten Elektrode die relativ empfindlichen, funktionellen organischen Schichten nicht berücksichtigt werden müssen. Beim herkömmlichen Sandwich-Aufbau wird die zweite Elektrode direkt auf die funktionellen organischen Schichten aufgebracht. Aus diesem Grunde mußte besondere Sorgfalt aufgewendet werden, dass die funktionellen Eigenschaften der organischen Schichten unbeeinträchtigt bleiben. Dies ist beim Aufbringen auf den zweiten Träger nicht erforderlich.

[0011] In einer bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird der erste Träger dreidimensional strukturiert, bevor der oben genannte Schritt b) durchgeführt wird. Diese dreidimensionale Strukturierung erfolgt beispielsweise durch Prägen, Lasern, ein Mikroperforierungsverfahren oder eine Kombination dieser Verfahren. Allerdings können alle sonstigen bekannten Mikrostrukturierungsverfahren für diese dreidimensionale Strukturierung auch eingesetzt werden.

[0012] Die zweite Elektrode wird in obigem Schritt e) auf den zweiten Träger aufgebracht und dann als Negativ-Form des beschichteten ersten Trägers entsprechend strukturiert, so dass beim Zusammenfügen der beschichteten Träger (Schritt f)) elektrischer Kontakt gewährleistet wird.

[0013] Günstigerweise besteht die Möglichkeit, einen polymeren Folienträger geringerer Transparenz als bei herkömmlichen OLEDs als ersten Träger einzusetzen. Diese sind üblicherweise kostengünstiger.

[0014] Dieses Verfahren ist besonders geeignet für die Herstellung von flexiblen, dreidimensional strukturierten optoelektronischen Bauelementen wie das erfindungsgemäße Bauelement, weil die Zuführung zumindest eines der beschichteten Träger von einer Rolle eine Endlosfertigung ermöglicht. Ein Rolle zu Rolle Verfahren ist vorgesehen, wenn beide beschichteten Träger flexibel sind und von jeweils einer Rolle zugeführt werden.

[0015] Das erfindungsgemäße Bauelement weist einen dreidimensional strukturierten ersten Träger auf, auf dem eine Schichtenfolge angeordnet ist, die aus einer ersten

Elektrode, mehreren funktionellen organischen Schichten, einer zweiten Elektrode und einem zweiten Träger besteht. [0016] Der Form der dreidimensionalen Strukturierung verbessert die Lichtausbeute des Bauelements, indem die Oberfläche pro Bildpunkt vergrößert und die Lichtführung fokussiert wird. Dies hat den zusätzlichen Vorteil, dass die Helligkeit erhöht wird, ohne dass die Lebensdauer nachteilig beeinflusst wird, weil das funktionelle Material des Bauelements nicht stärker gestresst wird. Eine Mehrzahl von Kavitätsformen, die zur fokussierten Lichtführung aus der Kavität führen, ist denkbar, z. B. vom geometrisch einfachen Stumpfkegel bis zur geometrisch anspruchsvollen Wabenform.

[0017] Vorzugsweise werden zumindest zwei von diesen dreidimensionalen Struktureinheiten einem Bildpunkt zugeteilt. Eine Mehrzahl von Struktureinheiten verbessert die Lichtausbeute in der oben beschriebenen Weise: Je mehr Struktureinheiten einen Bildpunkt bilden, desto größer ist die funktionelle lichtemittierende Oberfläche pro Bildpunkt und desto heller wird der Bildpunkt.

[0018] Beispielsweise befinden sich mehrere von diesen Struktureinheiten unter den für einen Bildpunkt aktiven Diodenflächen (d. h. unter den Kreuzungspunkten der streifenförmigen Anodenschicht und der quer zu den Anodenbahnen angeordneten, streifenförmigen Kathodenschicht, wie oben als Stand der Technik beschrieben).

[0019] Das erfindungsgemäße Bauelement wird vorteilhaft durch das in Anspruch 1 beschriebene Verfahren hergestellt. Allerdings sind andere Möglichkeiten zur Herstellung des in Anspruch 13 beschriebenen Bauelements vorgesehen.

[0020] Im folgenden wird die Erfindung anhand von einem Ausführungsbeispiel in Verbindung mit den Fig. 1 bis 3 näher erläutert.

[0021] Es zeigen

[0022] Fig. 1 und 2 jeweils eine schematische Schnittdarstellung und eine schematische Draufsicht eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen Bauelements, das beispielsweise durch das erfindungsgemäße Verfahren hergestellt werden kann und

[0023] Fig. 3 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen endlosen Verfahrens für die Fertigung eines erfindungsgemäßen Bauelements.

[0024] Der erste Träger 1 für das in den Fig. 1 und 2 dargestellte Bauelement besteht beispielsweise aus einem flexiblen Polymer, das gut beschichtet werden kann. Dies wird beispielsweise durch Prägen dreidimensional strukturiert, um mehrere Kavitäten 6 in dem Träger zu erzeugen. Die Form der Kavität 6 ist beispielsweise ein Stumpfkegel. Ein Bildpunkt enthält beispielsweise ungefähr 100 solcher Kavitäten 6. Die Kavitäten 6 können u. a. wie in Fig. 2 dargestellt oder auch in versetzten Reihen angeordnet werden.

[0025] Die erste Elektrode 2 dient üblicherweise als die Kathode und wird auf den ersten Träger 1 beispielsweise durch Bedampfen aufgebracht. Die erste Elektrode 2 besteht beispielsweise aus Calcium. Auf die erste Elektrode 2 werden die dünnen organischen Schichten 3 beispielsweise durch ein Druckverfahren aufgebracht. Die Dicke dieser organischen Schichten 3 ist beispielsweise kleiner als 1 nm und die Schichten bestehen beispielsweise aus konjugierten Polymeren wie Poly-Phenyl-Vinyl (PPV) und seine Abwandlungen, die ein delokalisiertes Elektronensystem entlang der Hauptkette aufweisen. Die organischen Schichten können aus mehreren Schichten verschiedenen Polymere bestehen, um die Wirkungsgrad und Stabilität der organischen Schichten zu verbessern.

[0026] Die zweite Elektrode 5, die in diesem Ausführungsbeispiel die Anode ist, wird beispielsweise durch zwei Schritte auf den zweiten Träger 4 aufgebracht. Die zweite

Elektrode (beispielsweise aus Indium-Zinnoxid) wird auf den zweiten Träger 4 aufgesputtert und dann durch Ätzen so strukturiert, dass eine sich heraushebende Stumpfkegelform genau in der Kavität des beschichteten ersten Trägers hineinpaßt. Der zweite Träger 4 besteht beispielsweise aus einem transparenten flexiblen Polymer, das gut beschichtet werden kann und das emittierte Licht gut durchläßt.

[0027] Die zwei beschichteten Träger 1, 4 werden beispielsweise durch Laminieren in einem endlosen Rolle zu Rolle Verfahren zusammengefügt. Das Laminieren wird beispielsweise bei erhöhter Temperatur durchgeführt. Zum Verkleben der Folien kann vor dem Zusammenfügen durch Dispensieren oder Siebdruck ein Kleberahmen eines UV- oder thermisch aushärtenden Klebers aufgebracht werden. Die zu laminierenden Oberflächen werden dadurch zusammengeklebt. Nach dem Zusammenfügen wird der Kleber thermisch, mittels UV-Licht oder durch eine Kombination von beidem ausgehärtet.

[0028] Fig. 3 stellt beispielsweise das Laminieren der zwei beschichteten Träger 1, 4 mittels eines endlosen Rolle Verfahrens dar. In diesem Beispiel wird der beschichtete zweite Träger 4 von einer Rolle 7 zugeführt, wobei der erste Träger 1 fließbandmäßig zugeführt wird. Die zwei Träger 1, 4 werden dabei laminiert.

[0029] Anders als bei herkömmlichen OLEDs muss das erfindungsgemäße Bauelement nicht zusätzlich abgedeckt und luftversiegelt werden, weil diese Aufgaben schon durch den zweiten Träger 4 erfüllt sind.

[0030] Die endlos gefertigten Bauelemente werden je nach der gebrauchten Größe der Display z. B. durch einfaches Schneiden, Stanzen, Lasercutting oder Wasserstrahlschneiden vereinzelt. Die Bauelemente werden dann anschließend verpackt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines optoelektronischen Bauelements mit einem ersten Träger (1), auf dem eine Elektrode (2) und eine oder mehrere organische Schichten (3) aufgebracht wird, und mit einem zweiten Träger (4), auf dem eine zweite Elektrode (5) aufgebracht wird, dadurch gekennzeichnet, dass die zwei wie oben beschichteten Träger so zusammengefügt werden, dass zwischen den organischen Schichten (3) und der zweiten Elektrode (5) Kontakt gewährleistet ist, wobei zumindest einer der beschichteten Träger von einer Rolle (7) zugeführt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem

- der erste Träger (1) dreidimensional strukturiert wird,
- die auf dem ersten Träger (1) aufgebrachte Elektrode (2) und die auf der ersten Elektrode (2) aufgetragenen organischen Schichten (3) eine dem Träger (1) entsprechende Strukturierung aufweisen und
- der zweite Träger (4) und die auf dem zweiten Träger (4) aufgebrachte Elektrode (5) entsprechend so strukturiert sind, dass ein Vollkontakt zwischen den organischen Schichten (3) und der auf dem zweiten Träger (4) aufgetragenen Elektrode (5) beim Zusammenfügen der zwei beschichteten Träger gewährleistet ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem zumindest eine der organischen Schichten (3) ein lichtemittierendes Material enthält und eine der organischen Schichten (3) ein Elektronen leitendes Material enthält.

4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, bei dem der erste Träger (1) durch Prägen, Lasern, ein Mikroperforie-

rungsverfahren oder eine Kombination dieser Verfahren strukturiert wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, bei dem die erste Elektrode (2) durch Maskenbedampfen, Sputtern, ein Druckverfahren oder eine Kombination dieser auf den ersten Träger (1) aufgebracht wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5, bei dem die organischen Schichten (3) nacheinander durch Coaten, ein Druckverfahren oder eine Kombination von beiden auf die erste Elektrode (2) aufgebracht werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-6, bei dem die zweite Elektrode durch Sputtern und Ätzen auf den zweiten Träger aufgebracht und strukturiert wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-7, bei dem zumindest einer von den beiden Trägern (1, 4) flexibel ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8, bei dem ein Träger, in dem eine Metallschicht integriert ist, als erster Träger (1) verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Metallschicht aus Aluminium besteht.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-10, bei dem die erste Elektrode (2) die Kathode ist und die zweite Elektrode (5) die Anode ist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-10, bei dem die erste Elektrode (2) die Anode ist und die zweite Elektrode (5) die Kathode ist.

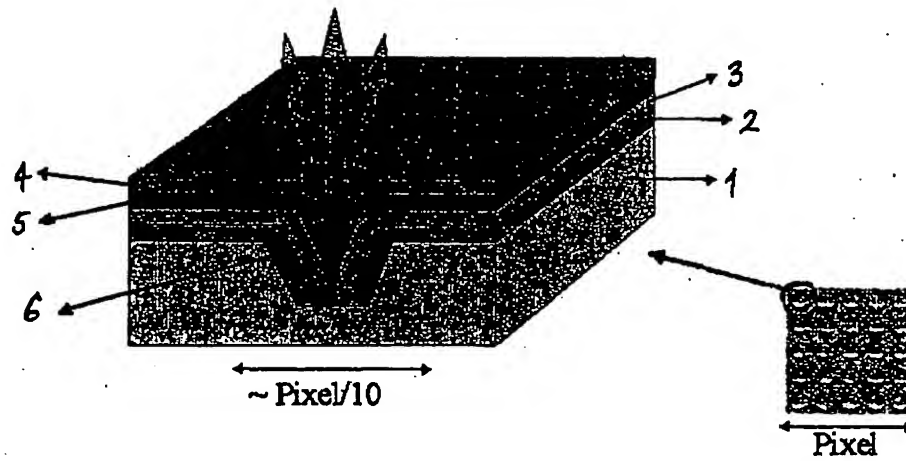
13. Optoelektronisches Bauelement mit einem Träger (1), der dreidimensionale Struktureinheiten (6) aufweist, auf dem eine Schichtfolge angeordnet ist, die aus einer ersten Elektrode (2), mehreren funktionellen organischen Schichten (3) und einer zweiten Elektrode (5) besteht,

dadurch gekennzeichnet, dass ein zweiter Träger (4) sich auf der zweiten Elektrode befindet und eine Mehrzahl von den dreidimensionalen Struktureinheiten (6) einen Bildpunkt (Pixel) bildet.

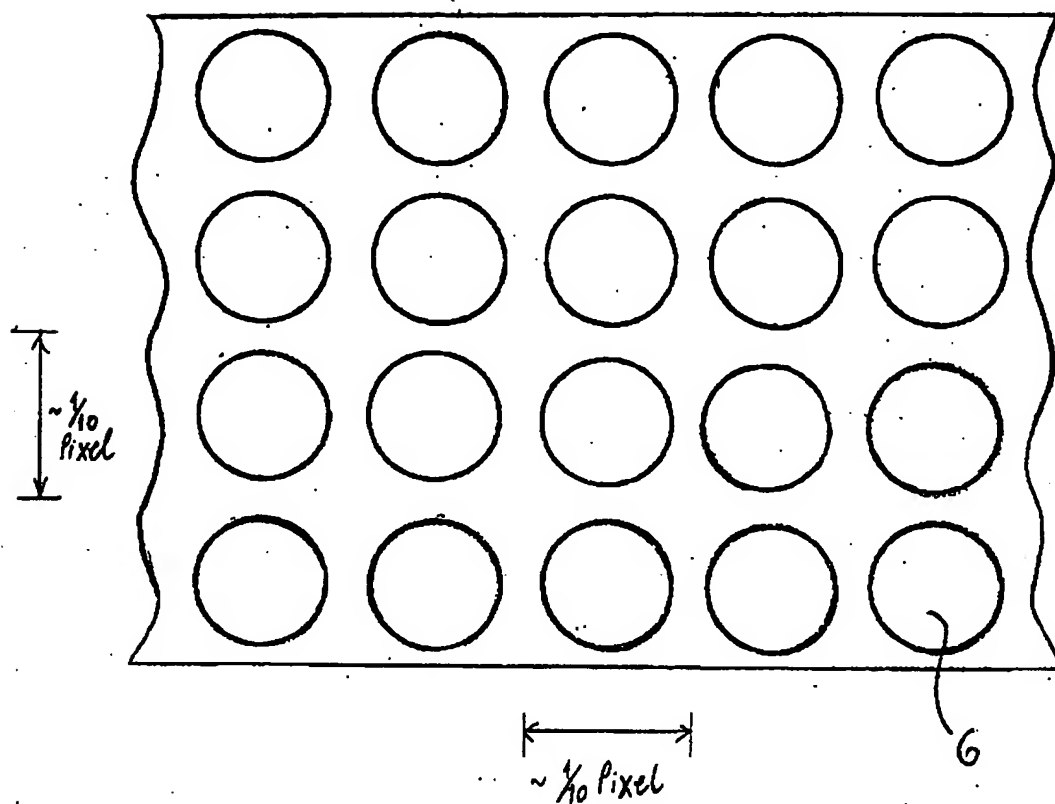
14. Optoelektronisches Bauelement nach Anspruch 13, bei dem zumindest eine der organischen Schichten (3) ein lichtemittierendes Material enthält und eine der organischen Schichten (3) ein Elektronen leitendes Material enthält.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

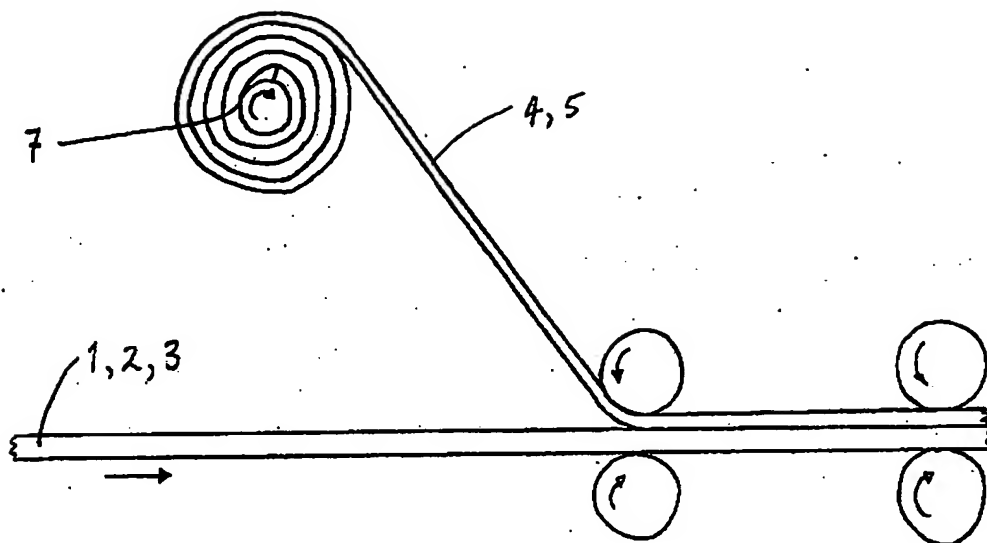
- Leerseite -



FIGUR 1



FIGUR 2



FIGUR 3